

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ СЕКЦИИ ПЕРЕХОДНОЙ КСКр.381.34.004.

УДК 621.757:621.791:622.873.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Кан Алексей Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании

ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)- 12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)- 13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)- 14	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)- 15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр.10А72
Руководитель ВКР

Кан А.А.
Крюков А.В.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(подпись) (дата) Д.П. Ильященко
(И.О.Ф.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10A72	Кан Алексею Алексеевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки секции переходной КСКр.381.34.004		
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№32-106/с от 01.02.2021 г.	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной работы
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор и анализ литературы 2. Объект и методы исследования 3. Разработка технологического процесса 4. Конструкторский раздел 5. Проектирование участка сборки-сварки 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.КСКр.381.34.004.091.00.000 СБ Секция переходная 4 листа (А1) 2. ФЮРА.000001.091.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 3 листа (А1) 3. ФЮРА.000002.091 ЛП План участка 1 лист (А1) 4. ФЮРА.000003.091 ЛП Технологическая схема сборки-сварки 1 лист (А1) 5. ФЮРА.000004.091 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1) 6. ФЮРА.000005.091 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1) 7. ФЮРА.000006.091 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Телипенко Е.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2021 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Кан Алексей Алексеевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом готовой работы	07.06.2021 г.
-------------------------------------	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2021	Обзор литературы	10
15.03.2021	Объект и методы исследования	15
13.04.2021	Разработка технологического процесса	15
16.04.2021	Конструкторский раздел	15
20.04.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
25.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
10.05.2021	Социальная ответственность	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2021г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Кан Алексею Алексеевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу секции переходной КСКр.381.34.004
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
1. <i>Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление</i>
2. <i>Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями</i>
3. <i>Определение затрат на основные материалы</i>
4. <i>Определение затрат на вспомогательные материалы</i>
5. <i>Определение затрат на заработную плату</i>
6. <i>Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
<i>Основные технико-экономические показатели</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Кан Алексей Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Кан Алексею Алексеевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки бесстыкового пути на предмет возникновения:

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);

- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);

- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);

- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные)

Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита-источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	Вредные выбросы в атмосферу
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2021 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A72	Кан Алексей Алексеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 110 листов, 4 рисунка, 17 таблиц, 45 источников, 3 приложения, 12 графического материала.

Ключевые слова: технология, режимы сварки, сварочное оборудование, секция переходная, приспособление, план участка, промышленная безопасность, себестоимость.

Объектом изготовления является изготовление секции переходной КСКр.381.34.004.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии изготовления секции переходной и проектирование участка сборки-сварки изделия.

В процессе выполнения работ проводилось изучение составных деталей изделия, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, определены нормы времени на выполнение операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количества оборудования и численность рабочих.

В результате выполнения работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции, посчитан коэффициент приведенных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1468007,2 руб;
- себестоимость продукции 2807915,1 руб;

Abstract

Final qualifying work 109 sheets, 4 figures, 17 tables, 45 sources, 3 applications, 12 graphic materials.

Key words: technology, welding modes, welding equipment, transitional section, device, site plan, industrial safety, prime cost.

The object of manufacture is the manufacture of the transition section KSKr.381.34.004.

Purpose of work. The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a transitional section and design a section for assembly-welding of a product.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, the choice of the welding method, the determination of welding modes and welding materials, the norms of time for performing operations, the preparation of the technological process, the calculation of the required number of equipment and the number of workers were carried out.

As a result of the work, the welding modes were calculated, the welding equipment was selected, the assembly and welding operations were normalized. the coefficient of reduced costs was calculated.

Economic indicators:

- capital investments 1468007,2 rubles;
- cost of production 2807915,1 rubles;

Сокращения

ИДСПЭ – импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом,

ОШЗ – около шовная зона,

ЕСТД – единая система технологической документации,

КПД – коэффициент полезного действия,

УШС – универсальный шаблон сварщика

поз. – позиция,

НД – нормативный документ

ИТР – инженерно-технический работник,

ОТК – отдел технического контроля,

ЧТС – часовая тарифная ставка,

ОМС – обязательное медицинское страхование,

ПДК – предельно допустимая концентрация,

ФМРиР – финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Содержание

Введение	17
1 Обзор литературы	19
1.1 Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом	19
1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов	20
1.3 Способы регулирования параметров режима наплавки при многопроходной сварке в защитных газах.	21
1.4 Заключение	22
2 Объект и методы исследования	23
2.1 Описание сварной конструкции	23
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	24
2.2.1 Требования к подготовке кромок	24
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	24
2.2.3 Требования к сборке сварного соединения	25
2.2.4 Требования к сварке	25
2.2.5 Требования к оформлению документации	27
2.2.6 Требования к контролю	28
2.3 Методы проектирования	32
2.4 Постановка задачи	32
3 Разработка технологического процесса	33
3.1 Анализ исходных данных	33
3.1.1 Основные материалы	33
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	34
3.1.3 Выбор сварочных материалов	35
3.2 Расчет технологических режимов	39
3.3 Выбор основного оборудования	43
3.4 Выбор оснастки	45
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы	45
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	46

3.6.1 Визуальный и измерительный контроль	47
3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	48
3.6.3 Капиллярный метод (метод красок)	49
3.6.4 Требования к выполнению капиллярного метода контроля	50
3.7 Разработка технологической документации	51
3.8 Техническое нормирование операций	52
3.9 Материальное нормирование	55
4 Конструкторский раздел	58
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	58
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	58
4.3 Порядок работы приспособлений	59
5. Проектирование участка сборки-сварки	60
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	60
5.2 Расчет основных элементов производства	61
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	61
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	62
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	64
5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха	64
5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	64
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	65
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	65
6.2 Экономический анализ техпроцесса	65
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	66
6.2.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	67
6.2.3 Капитальные вложение в подъемно - транспортное оборудование	68
6.2.4 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	68
6.2.5 Расчет себестоимости единицы продукции	69
6.2.6 Определение затрат на основные материалы	70

6.2.7	Определение затрат на сварочные материалы	70
6.2.8	Определение затрат на заработную плату	71
6.2.9	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	72
6.2.10	Заработная плата административно - управленческого персонала	73
6.2.11	Определение затрат на силовую электроэнергию	73
6.2.12	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	74
6.2.13	Определение затрат на содержание помещения	75
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	76
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	77
7	Социальная ответственность	78
7.1	Описание рабочего места	78
7.2	Законодательные и нормативные документы	79
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	80
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	85
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	85
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	88
7.5	Охрана окружающей среды	88
7.6	Чрезвычайные ситуации	89
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
	Заключение	92
	Библиография	93
	Приложение А (Спецификация Секция переходня КСКр.381.34.004)	
	Ошибка! Закладка не определена.	
	Приложение Б (Спецификация приспособление сборочно сварочное)	
	Ошибка! Закладка не определена.	
	Приложение В (Технологический процесс)	Ошибка! Закладка не определена.
	Диск CD	В конверте на обложке

Графическая часть

На отдельных
листах

ФЮРА.КСКр.381.34.004 СБ Секция переходная.

Сборочный чертеж

Формат 4-А1

ФЮРА.000001.091.00.000 СБ Приспособление

сборочно-сварочное

Формат 3-А1

ФЮРА.000002.091 ЛП План участка

Формат А1

ФЮРА.000003.091 ЛП Технологическая схема

сборки-сварки

Формат А1

ФЮРА.000004.091 ЛП Система вентиляции

участка

Формат А1

ФЮРА.000005.091 ЛП Основные технико –

– экономические показатели

Формат А1

ФЮРА.000006.091 ЛП Карта организации труда

Формат А1

Введение

Современный технический прогресс в промышленности неразрывно связан с совершенствованием сварочного производства. Сварка – высокопроизводительный процесс изготовления неразъёмных соединений, находит широкое применение при изготовлении металлургического, химического и энергетического оборудования, различных трубопроводах, в машиностроении, в производстве строительных и других конструкций.

Сварка – такой же необходимый технологический процесс, как и обработка металлов, литьё, ковка, штамповка. Большие технологические возможности сварки обеспечили её широкое применение при изготовлении и ремонте судов, автомобилей, самолётов, турбин, котлов, реакторов, мостов и других конструкций. Её применение способствует совершенствованию машиностроения и развития ракетостроения, атомной энергетике, радиоэлектроники.

На современном этапе развития сварочного производства в связи с развитием научно-технической революции резко возрос диапазон свариваемых толщин, материалов, видов сварки. В настоящее время сваривают материалы толщиной от несколько микрон (в микроэлектронике) до нескольких метров (в тяжелом машиностроении).

Сварка – экономически выгодный, высокопроизводительный и в значительной степени механизированный технологический процесс, широко применяемый практически во всех отраслях машиностроения.

Преимущество сварки перед этими процессами следующие:

- экономия металла – 10...30% и более в зависимости от сложности конструкций;
- уменьшение трудоёмкости работ, срока работ и их стоимость;
- возможность использовать наплавку для восстановления деталей;
- герметичность сварочных соединений;
- уменьшение производственного шума и улучшение условий труда.

В данной курсовой работе производится проектирование участка сборки и сварки секции переходной. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке, что является основной задачей в современной экономической политике России.

1 Обзор литературы

1.1 Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом

Совершенствование процессов дуговой сварки и наплавки с использованием полуавтоматов и автоматов актуально вследствие их широкого применения при создании ответственных металлоконструкций различного назначения. К их числу относится и расширение возможностей по формированию сварного соединения, одной из составляющих которого является возможность управления формой шва. Такая задача в той или иной степени может решаться различными способами: применением специальных материалов, активирующих смесей, выбором режимов, технологическими приемами, используемыми сварщиком и др. [1].

В последнее время для существенного улучшения результатов дуговой сварки плавящимся электродом все больше используются импульсные и модулированные воздействия. На сегодняшний день существуют два основных направления осуществления импульсного воздействия на характеристики дуговой механизированной сварки плавящимся электродом:

- за счет использования импульсных алгоритмов выходных параметров сварочного источника — тока;
- за счет работы механизма подачи электродной проволоки в импульсном режиме [2].

Первое направление является в настоящее время наиболее изученным и востребованным, однако до сих пор не все возможности импульсных технологических процессов реализованы в полной мере. Отмеченное обстоятельство особенно актуально для второго направления.

Для понимания физических процессов, сопровождающих импульсно-дуговые процессы сварки в режиме как постоянной подачи электродной проволоки, так и

импульсной подачи, рассмотрим некоторые их специфические особенности.

Отметим, что импульсно-дуговую сварку плавящимся электродом в защитных газах (ИДСПЭ) конструкционных сталей широко применяют в различных отраслях промышленности. К настоящему времени накоплен значительный положительный опыт применения таких технологий в условиях промышленного производства, однако многие вопросы, в том числе и изучение возможностей ИДСПЭ по уравниванию геометрией сварного шва аппаратными средствами требуют дополнительного изучения [3].

1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов

Известно, что при расплавлении электродного металла он не весь переходит в шов: его часть в виде брызг вылетает из зоны сварки и образует потери на разбрызгивание. Потери уменьшают производительность процесса сварки, увеличивают расход сварочных материалов, электроэнергии и требуют дополнительного времени и сил на очистку изделий от брызг. Поэтому перенос электродного металла с торца электродной проволоки в сварочную ванну оказывает влияние на получение высококачественного сварного соединения при сварке плавящимся электродом. Существуют различные способы снижения разбрызгивания, а именно: контролируемый перенос электродного металла, создание особых систем, которые обеспечивают кратковременное понижение мощностей взрыва жидкой перемычки между каплей и электродом в начальный период горения дуги в последствии короткого замыкания, применение смесей газов, процессы окисления поверхностей брызг защитными газами. Разбрызгивание непосредственно связано с величиной каплей электродного металла, переносимых сварочную ванну, следовательно, для уменьшения разбрызгивания при сварке в активных газах нужно снижать их объем [4]. Совершенствование процессов механизированной дуговой сварки плавящимся электродом – актуальная задача, нацеленная на снижение потерь

электродного металла, совершенствование формы сварного соединения, повышение качества металла шва и ОШЗ, включая их служебные характеристики (механические свойства, плотность металла шва и др.). Последние годы наибольшее значение приобретают экономические аспекты данной проблемы. Механизированная сварка в среде защитных газов (смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$) является одним из ведущих технологических процессов соединения различных металлов. Достоинства процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляется в том, что наличие аргона способствует к значительному снижению разбрызгивания и приводит к струйному и управляемому процессу переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги – действенный способ управления ее технологическими характеристиками: производительности, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла [5].

1.3 Способы регулирования параметров режима наплавки при многопроходной сварке в защитных газах.

Один из важнейших вопросов в современном сварочном производстве это вопрос увеличения производительности. Способом позволяющим значительно увеличить производительность процесса сварки, и снизить материальные и энергетические затраты является внедрения автоматических и роботизированных комплексов. Однако при реализации технологии многопроходной сварки плавящимся электродом на автоматических и роботизированных установках возникают сложности, связанные с появлением таких дефектов, как несплавления. Особенно при наложении пристеночного валика (первого валика в слое), поскольку для получения сварных швов с требуемыми механическими свойствами, благоприятной структурой, минимальными сварочными деформациями и требуемой формой швов, а также снижения вероятности появления горячих и холодных трещин необходимо ограничивать погонную энергию. В условиях ограничения погонной энергии при многопроходной сварке из-за

повышенного теплоотвода в основной металл вероятность образования несплавлений между валиком и кромками разделки, а также между соседними валиками существенно возрастает. Регулирование проплавления основного металла при сварке в проблемных участках разделки является изменение параметров процесса (ток, напряжение, скорость сварки), определяющих тепло-вложение, а следовательно, условия формирования сварного шва, в частности глубину проплавления кромок. Также одним из способов является метод, когда для предотвращения появления несплавлений между валиком и кромкой разделки применяют автоматическую сварку с поперечными колебаниями с импульсным увеличением тока при подходе к свариваемой кромке. Однако при этом необходимо определение точного значения мощности импульса (что связано с оценкой эффективности использования тепловой энергии дуги) [6].

1.4 Заключение

В настоящее время наука производит много исследований, по изучению процессов, протекающих при дуговой сварке в защитных газах. Эти исследования позволяют улучшать технологию, устранять или уменьшать ее недостатки. Существует возможность регулирования энергетических параметров сварочной дуги. Внедрение новых технологий позволяет повысить эффективность сварки в защитных газах. В настоящее время сварка в инертных газах, а также их смесях получила широкое распространение. Она характеризуется экономичностью, качеством выполненного шва, удобным управлением режимами сварки, поэтому выбирается автоматическая сварка в смеси газов ($\text{Ar}+\text{CO}_2$).

2 Объект и методы исследования

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки и сварки секции переходной КСКр.381.34.004 При этом произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – секция переходная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой ФЮРА.КСКр.381.34.004.091.00.000 СБ. Она предназначена для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Секция переходная конвейера скребкового устанавливается между рамой с головным приводом и конвейером забойным скребковым КСЮ.381.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Конвейеры шахтные скребковые. Общие технические требования и методы испытания согласно ГОСТ Р 55152-2012 [7].

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 [8].

2.2.2 Требования к сварке при прихватке

Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СП 53-101-98 изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций, СНиП II-23-81 стальные конструкции;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;

- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

Собранные конструкции должны быть замаркированы белой масляной краской с указанием номера заводского заказа, номера чертежа, марки сборочной единицы и ее порядкового номера изготовления. Маркировку можно осуществлять с помощью бирок, закрепляемых на изделии [9].

2.2.3 Требования к сборке сварного соединения

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации [9].

2.2.4 Требования к сварке

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов

Сварку конструкций следует выполнять только после проверки правильности сборки конструкций производственным или контрольным мастером.

Сварку стальных конструкций следует осуществлять по разработанному на предприятии технологическому процессу, оформленному в виде типовых или специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние производства.

Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии. Стабильность параметров режима, заданного в технологическом регламенте, которая обеспечивается оборудованием, должна оцениваться при операционном контроле процесса сварки. Контроль работы оборудования, включая поверку установленных на нем измерительных приборов, необходимо проводить в рамках действующей на предприятии системы управления качеством производства.

В зависимости от преобладающей номенклатуры производства и специализации завода, источники питания сварочным током и т.д.) сборочно-сварочные цехи и участки должны быть оснащены стендами, кантователями, манипуляторами и другими изготовителя металлоконструкций наряду с универсальным сварочным оборудованием (автоматы, полуавтоматы устройствами, обеспечивающими условия для высокой производительности и стабильного качества продукции сварочного производства.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва

(нижнее, "в лодочку"). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать не сплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771, ГОСТ 23518. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки [9].

2.2.5 Требования к оформлению документации

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ 2.105-2019 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической

документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов [10].

2.2.6 Требования к контролю

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц, подлежащих сварке

Контроль качества сварных соединений должен проводиться в рамках системы управления качеством продукции, разработанной на предприятии, в которой установлены области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль

Операционный контроль проводится по всем этапам подготовки и выполнения сварочных работ, основные положения которых изложены в СП 53-101- 98, а именно: подготовка и использование сварочных материалов, подготовка кромок под сварку, сборка, технология сварки, надзор за наличием и сроками действия удостоверений сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации.

Контроль за соблюдением требований к технологии и технике сварки должен осуществляться на соответствие требованиям технологических инструкций и технологических карт, разработанных на предприятии, в которых должна учитываться специфика используемого оборудования и контрольно-

измерительных приборов. При этом стабильность работы оборудования должна являться самостоятельным объектом операционного контроля.

Методы и объемы контроля применяются в соответствии с указаниями настоящего документа, если в проектной документации не даны иные требования. По согласованию с проектной организацией могут быть использованы другие эффективные методы контроля взамен или в дополнение с указанными.

В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории. Категории, характеристика которых приведена в таблице 2.1, методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице 2.2

Таблица 2.1 – Характеристика сварных швов [9]

Категория швов сварных соединений	Тип швов сварных соединений и характеристика условий их эксплуатации
I	<p>1. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения $\sigma_p \geq 0,85R_y$ (в растянутых поясах и стенках балок, элементов ферм, стенках резервуаров и газгольдеров и т.п.).</p> <p>2. Швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений, работающие на отрыв, при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент $\sigma_p \geq 0,85R_y$, и при напряжениях среза в швах $\tau_{уш} \geq 0,85R_{уш}$.</p> <p>3. Швы в конструкциях или в их элементах, относящихся к I группе по классификации <u>СНиП II-23-81*</u>, а также в конструкциях II группы в климатических районах строительства с расчетной температурой ниже минус 40 °С (кроме случаев, отнесенных к типам 7-12)</p>
II	<p>4. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения $0,4R_y \leq \sigma_p < 0,85R_y$, а также работающие на отрыв швы тавровых, угловых,</p>

продолжение таблицы 2.1

II	<p>нахлесточных соединений при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент $\sigma_p < 0,85R_y$, и при напряжениях среза в швах $\tau_{уш} < 0,85R_{yf}$ (кроме случаев, отнесенных к типу 3).</p> <p>5. Расчетные угловые швы, воспринимающие напряжения среза $\tau_{уш} \geq 0,75R_{yf}$, которые соединяют основные элементы конструкций II и III групп (кроме случаев, отнесенных к типам 2 и 3).</p> <p>6. Продольные стыковые швы, воспринимающие напряжения растяжения или сдвига $0,4R \leq \sigma < 0,85R$.</p> <p>7. Продольные (связующие) угловые швы в основных элементах конструкций II и III групп, воспринимающие растягивающие напряжения (поясные швы элементов составного сечения, швы в растянутых элементах ферм и т.д.).</p> <p>8. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие к растянутым зонам основных элементов конструкций узловые фасонки, фасонки связей, упоры и т.п.</p>
III	<p>9. Поперечные стыковые швы, воспринимающие сжимающие напряжения.</p> <p>10. Продольные стыковые швы и связующие угловые швы в сжатых элементах конструкций.</p> <p>11. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие фасонки к сжатым элементам конструкций.</p> <p>12. Стыковые и угловые швы во вспомогательных элементах конструкций (конструкции IV группы)</p>

Таблица 2.2 – Методы и объемы контроля качества сварных соединений [9]

Метод контроля, ГОСТ	Тип контролируемых швов по таблице 2.1	Объем контроля	Примечания
Внешний осмотр и измерение	Все	100%	Результаты контроля швов типов 1-5 по таблице 2.1 должны быть оформлены протоколом

продолжение таблицы 2.2

Ультразвуковой (ГОСТ 14782) или радиографический (ГОСТ 7512)	1 и 2 3	100% 10%	— Без учета объема, предусмотренного для швов типов 1 и 2 То же
	4 5 и 8	5% 1%	"
Механические испытания (ГОСТ 6996)	Тип контролируемых соединений, объем контроля и требования к качеству должны быть оговорены в проектной документации с учетом настоящего документа		
Примечания 1 Методы и объем контроля сварных соединений в узлах повышенной жесткости, где увеличивается опасность образования трещин, должны быть дополнительно указаны в проектной документации. 2 В конструкциях и узлах, характеризующихся опасностью образования холодных и слоистых трещин в сварных соединениях, контроль качества			

Контроль должен осуществляться на основании требований соответствующих стандартов и нормативно-технической документации. Заключение по результатам контроля должно быть подписано дефектоскопистом, аттестованным на уровень не ниже 2-го разряда.

Сварные швы, для которых требуется контроль с использованием физических методов (ультразвукового, капиллярного, механических испытаний и др.), и объем такого контроля должны быть отмечены в проектной документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, разрабатывающего чертежи.

Выборочному контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов. Если в результате выборочного контроля установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка.

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций [9].

2.3 Методы проектирования

Проектирование - это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме газовые смеси для механизированной сварки в среде защитных газов

Расчет технологических режимов, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектирование участка сборки-сварки секции переходной, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки секции переходной КСКр.381.34.004.

Задачей является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, рассчитать режимы сварки, выбрать сварочные материалы и сварочное оборудование, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Используемый материал деталей – стали 35 Л, 45 Л, 110Г13Л, 35ХГСЛ, 30ХГСА, 14ХГ2САФД. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства сталей приведены в таблицах 3.1 и 3.2

Таблица 3.1 – Химический состав сталей в % [11,12]

Массовая доля элементов, %, не более	Марка стали					
	35 Л	45 Л	110Г13 Л	35ХГС Л	30ХГСА	14ХГ2СА ФД
<i>C</i>	0,32 - 0,4	0,42 - 0,5	0,9 - 1,5	0,3 - 0,4	0,28 - 0,34	0,12-0,18
<i>Si</i>	0,2 - 0,52	0,2 - 0,52	0,3 - 1	0,6 - 0,8	0,9 - 1,2	0,4-0,7
<i>Mn</i>	0,4 - 0,9	0,4 - 0,9	11,5-15	1 - 1,3	0,8 - 1,1	1,4-1,9
<i>S</i>	до 0,045	до 0,045	до 0,05	до 0,04	до 0,025	До 0,02
<i>P</i>	до 0,04	до 0,04	до 0,12	до 0,04	до 0,025	До 0,035
<i>Cr</i>	-	-	до 1	-	0,8 - 1,1	0,5-0,8
<i>Ni</i>	-	-	до 1	-	до 0,3	До 0,3
<i>Cu</i>	-	-	-	-	до 0,3	0,1-0,4
<i>Al</i>	-	-	-	-	-	0,01-0,05
<i>V</i>	-	-	-	-	-	0,04-0,08

Таблица 3.2 – Механические свойства сталей [11,12]

Марка стали	σ_b МПа	σ_T МПа	δ_5 %	ψ %	KCU кДж/м ²
35Л	491	275	15	25	343
45Л	540	314	12	20	294
110Г13Л	800	400	25	35	-
35ХГСЛ	589	343	14	25	294
30ХГСА	490-740	-	9	-	490
14ХГ2САФД	490-735	590-835	16	-	588

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Для стали 35Л, 45Л, 110Г13Л, 35ХГСЛ, 30ХГСА, 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в $Ar+CO_2$ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами.

Принимаем механизированную сварку в среде защитных газов плавящимся электродом $Ar+CO_2$ (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона) по ГОСТ Р ИСО 14175-M21 [13].

Таблица 3.3 – Состав смеси (82% Ar + 18% CO_2) [13]

Содержание	Значение
Объемная доля CO_2 , %	не менее 19,96
Объемная доля CO , %	не более 0
Объемная доля аргона, %	не менее 79,9
Объемная доля кислорода, %	не более 0,0006
Объемная доля азота, %	не более 0,004
Водяных паров при 760 мм.рт.ст. и 20°C (не более), г/см	0,178

Данный способ сварки характеризуется следующими факторами:

- возможность вести механизированную сварку, в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше двух метров, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- высокая производительность;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;

- меньшая себестоимость сварочных работ.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При сварке в смеси газов электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4

Таблица 3.4 - Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [14]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
Св-08Г2С-О	0,05-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.5 - Механические свойства металла шва [15]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
Св-08Г2С-О	510	22	20 ⁰ С	-60 ⁰ С
			47	43

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При

определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения.

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов,

затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [16]:

$$HCS = \frac{C(S + P + 0,04Si + 0,01Ni) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в

металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если Фактор склонности HCS больше 4, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Для определения стойкости металла против образования трещин для литейных сталей определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [17]:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{9} + \frac{Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{7 \cdot Mo}{90} \quad (3.2)$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35Л [17];

$$C_{\text{экв}} = 0,35 + (0,5/9) = 0.40 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 45Л [17];

$$C_{\text{экв}} = 0,46 + (0,65/9) = 0.53 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 110Г13Л [17];

$$C_{\text{экв}} = 1,15 + (13,25/9) + (1/9) + (1/9) = 2,84 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35ХГСЛ [17];

$$C_{\text{экв}} = 0,35 + (1,15/9) = 0,47 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 30ХГСА [16];

$$HCS = \frac{0,31 \cdot (0,025 + 0,025 + 0,04 \cdot 1,15 + 0,01 \cdot 0,3) \cdot 10^3}{3 \cdot 0,9 + 0,95} = 8,4$$

$$8,4 < 4 \text{ склонен}$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД [16]

$$HCS = \frac{0,15 \cdot (0,02 + 0,035 + 0,04 \cdot 0,5 + 0,01 \cdot 0,3) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,6 + 0,6 + 0,06} = 2,14$$

$$2.14 < 4 \text{ не склонен}$$

Сталь 35Л – сталь для отливок обыкновенная ГОСТ 977-88 [11],

Сталь 45Л - сталь для отливок обыкновенная ГОСТ 977-88 [11],

Сталь 110Г13Л - сталь для отливок обыкновенная ГОСТ 2176-77 [11],

Сталь 35ХГСЛ - сталь для отливок обыкновенная ГОСТ 977-88 [11],

Сталь 30ХГСА – сталь конструкционная легированная ГОСТ 4543-71 [11],

При сварке требуется дополнительный подогрев и последующая термообработка. Стали относятся к III группе свариваемости

Сталь 14ХГ2САФД – сталь конструкционная легированная [12].

Эта сталь сваривается без ограничений, при толщинах не менее 50 мм и температуры окружающей среды выше минус 10°C. Относится ко I группе свариваемости.

3.2 Расчет технологических режимов

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие:

- диаметр электродной проволоки – $d_{\text{эп}}$;
- скорость сварки v ;
- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- вылет электродной проволоки – l_v ;
- скорость подачи электродной проволоки – $v_{\text{эп}}$;
- общее количество проходов – $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси – $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p).

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 15 мм. показано на рисунке 1.

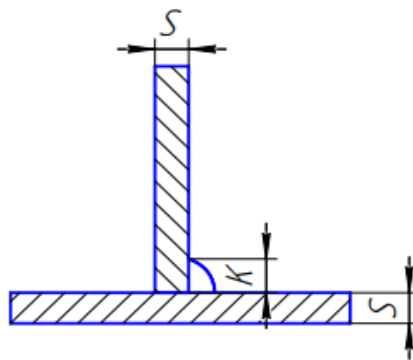


Рисунок 1 - Соединение Т1 по ГОСТ 14771 – 76: S – толщина листа, K – катет

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего), мм [18];

$$d_{\text{эпi}} = K_d \cdot F_{\text{Hi}}^{0,625}. \quad (3.3)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{\text{HK}}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{\text{HЗ}}=40 \text{ мм}^2$ [18]

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла по формуле [18]:

$$F_{\text{HO}} = K_3 \cdot \frac{K}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot g + \frac{K^2}{2} = 0,7 \cdot \frac{15}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot 3,1 + \frac{15^2}{2} = 158,2 \text{ мм}^2 \quad (3.4)$$

Определим общее количество проходов [18]:

$$n_{\text{no}} = \frac{F_{\text{HO}} - F_{\text{HK}}}{F_{\text{HЗ}}} + 1 = \frac{158,2 - 20}{40} + 1 = 4,45. \quad (3.5)$$

Примем $n_{\text{no}} = 4$.

Уточним площадь $F_{\text{HЗ}}$ с учетом количества проходов [18]:

$$F_{\text{HЗ}}^* = \frac{F_{\text{HO}} - F_{\text{HK}}}{n_{\text{no}} - n_{\text{нк}}} = \frac{158,2 - 20}{4 - 1} = 46,1 \text{ мм}^2, \quad (3.6)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{эпк}}$ и заполняющих $d_{\text{эпз}}$, при сварке «в лодочку» $K_d=0,149...0,264$ [18]:

$$d_{\text{эпк}} = (0,149...0,264) \cdot F_{\text{HK}}^{0,625} = (0,149...0,264) \cdot 20^{0,625} = 0,97...1,26 \text{ мм}, \quad (3.7)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149...0,264) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149...0,264) \cdot 46,1^{0,625} = 1,34...2,89 \text{ мм} \quad (3.8)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:
 $d_{\text{ЭПК}}=1,2\text{мм.}$ и $d_{\text{ЭПЗ}}=1,2 \text{ мм.}$

Рассчитаем скорость сварки для корневого и заполняющего проходов [18]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{HK}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{46,1} = 1,72 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.10)$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad V_{\text{СЗ}} = 2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 7,2 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [18]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{HK}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 20}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78,8 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 284 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.11)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 46,1}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 90,8 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 327 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.12)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого и заполняющего проходов при сварке на обратной полярности [18]:

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПК}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 78,8 + 145150} - 382 \right) = 179 \text{ А}, \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{СЗ}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 90,8 + 145150} - 382 \right) = 202 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.14)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения «в лодочку» $I_c \leq 220 \text{ А}$ [18].

Определим напряжение сварки для корневого и заполняющего проходов [18]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (3.15)$$

$$U_{CK} = 14 + 0,05 \cdot 179 = 22,9 \text{ В},$$

$$U_{C3} = 14 + 0,05 \cdot 202 = 24,1 \text{ В}.$$

Расход защитного газа $Ar+CO_2$ для соответствующих проходов [18]:

$$q_{3Г} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75}, \quad (3.16)$$

$$q_{3ГК} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 179^{0,75} = 0,161 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 9,66 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{3ГЗ} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 202^{0,75} = 0,176 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 10,5 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сводим в таблицу 3.6

Таблица 3.6 – Режимы сварки секции переходной

№ шва	Тип шва	$d_{\text{эп}}$, мм	$V_{\text{св}}$, м/ч	$I_{\text{св}}$, А	$U_{\text{св}}$, В	Расход газа, л/мин	$n_{\text{пр}}$
1	T1- ∇ 15	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	4
2	C8	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	8
3	T1- ∇ 18	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	5
4	T2	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	
5	Нест.	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	13
6		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	14
7		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	12
8		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	7
9		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	2
10		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	2
11		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	4
12	T6	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	8
13	У6	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	12
14	Нест.	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	
15		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	5

продолжение таблицы 3.6

16	Нест.	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	2
17		1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	2

3.3 Выбор основного оборудования

Основными принципами для окончательного выбора оборудования должны служить их следующие принципы:

- 1) наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
- 2) техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- 3) наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
- 4) минимальный срок окупаемости;
- 5) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- 6) наименьшая масса;
- 7) наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование:

Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в смеси газов. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 260...280 А; диаметр проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 318...352 м/ч. Исходя из этих данных выбираем сварочный полуавтомат *MIG-3500 (J93) Сварог* [19]

Внешний вид которого представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Внешний вид сварочного полуавтомата *MIG-3500 (J93)*

Сварог

Технические характеристики полуавтомата *MIG-3500 (J93)* Сварог приведены в таблице 3.7

Таблица – 3.7 Технические характеристики *MIG-3500 (J93)* Сварог [19]

Параметр	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В	3х380 (±15%)
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ%)	350 – 60%
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме ММА	20-350
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме MIG/MAG	50-350
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	15-38
Потребляемая мощность, кВА	15,0
Род сварочного тока	постоянный
Тип механизма подачи проволоки	встроенный
Число ведущих роликов	4
Охлаждение	принудительное
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8/1,0/1,2
Вес проволоки на кассете, кг, не более	18
Время продувки газа после сварки, с	1
Скорость подачи проволоки, м / мин	1,5-16

продолжение таблицы 3.7

Габаритные размеры, мм	900х400х670
Масса, кг	51,0
Тележка под баллон	есть

3.4 Выбор оснастки

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Применение при этом пневматических прижимов значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки и перемещения используется кран мостовой грузоподъемностью 10 тонн.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы

Весь технологический процесс представляет собой последовательность

взаимосвязанных операций.

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением рациональных сборочных приспособлений, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

На рисунке 3 представлена схема изготовления секции переходной.

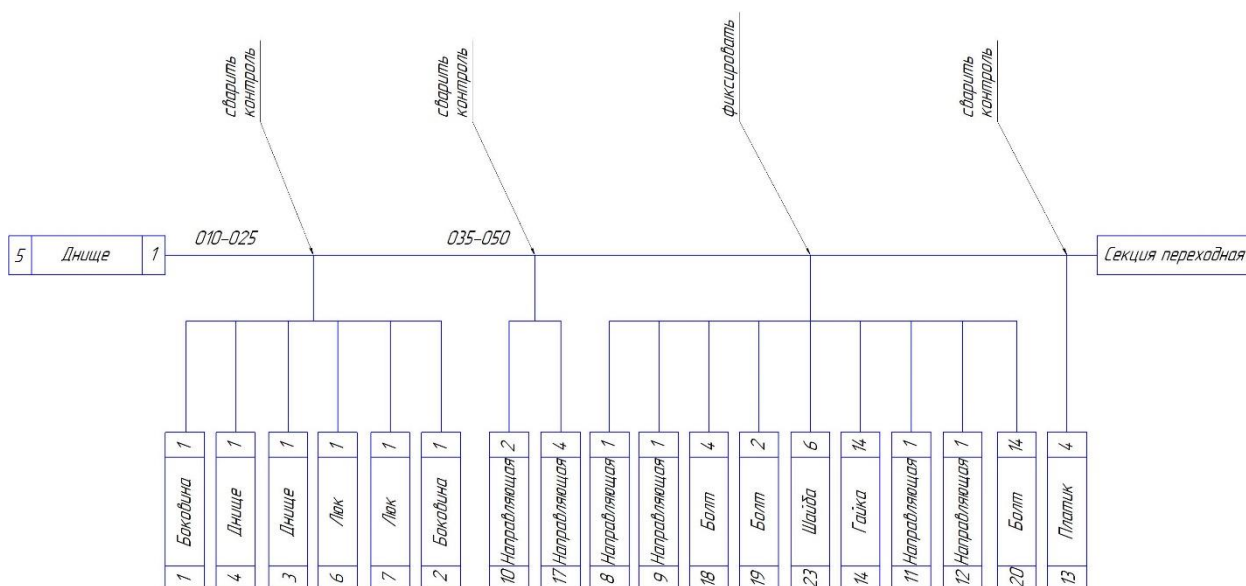


Рисунок – 3 Схема изготовления секции переходной
(см. ФЮРА.000003.091 ЛП)

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Важнейшей проблемой в области сварки является обеспечение высокого качества сварки.

Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия.

Дефекты сварных соединений – отклонение от заданных свойств, формы, размеров и сплошности шва, околошовной зоны, что приводит к ухудшению прочностных и эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

В настоящем стандарте дефекты классифицированы на шесть следующих групп:

- 1) трещины;
- 2) полости, поры;
- 3) твердые включения;
- 4) несплавления и непровары;
- 5) нарушение формы шва (неполномерность швов, неравномерность шва, несимметричность шва, подрезы, наплывы, прожоги и т.д.);
- 6) прочие дефекты, не включенные в вышеперечисленные группы.

На участке сборки и сварки секции переходной ФЮРА.КСКр.381.34.004.091.00.000СБ используются следующие методы контроля качества: визуальный и измерительный контроль осуществляется по РД 03- 606-03. Для проведения визуального и измерительного контроля выбираем комплект “Базовый” а также согласно техническим требованиям сварные швы проверяют методом капиллярной дефектоскопии (метод красок) осуществляемый по ГОСТ 18442-80. Для проведения капиллярной дефектоскопии выбираем набор “ЛЮМ – 33 ОВ”

3.6.1 Визуальный и измерительный контроль

При визуальном и измерительном контроле применяют: лупы, линейки измерительные металлические, угольники поверочные 90° лекальные, штангенциркули, угломеры с нониусом, стенкомеры и толщиномеры

индикаторные, в том числе специальные и универсальные (например, типа УШС), радиусные, резьбовые и др.

Измерительные приборы и инструменты должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России. Срок проведения поверки (калибровки) устанавливается нормативной технической документацией (НД) на соответствующие приборы и инструменты [20].

3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ.

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стендов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рис. 4) [20].

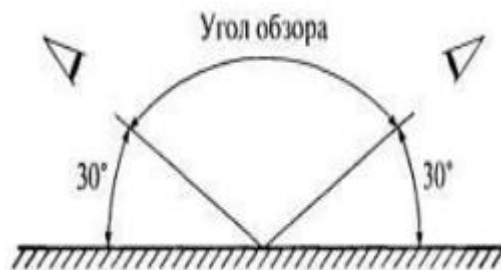


Рисунок 4 – Условия визуального контроля

3.6.3 Капиллярный метод (метод красок)

Капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности [21].

При капиллярном методе применяют следующие дефектоскопические материалы, приведенные ниже:

И - индикаторный пенетрант;

М - очиститель объекта контроля от пенетранта;

Г - гаситель пенетранта;

П - проявитель пенетранта.

В необходимых случаях для обнаружения следа дефекта и расшифровки результатов контроля применяют различные средства осмотра (лупы, бинокулярные стереоскопические микроскопы, зеркала) в условиях,

обеспечивающих освещенность объекта контроля, соответствующую правилам эксплуатации этих средств.

3.6.4 Требования к выполнению капиллярного метода контроля

Одно из основных требований к дефектоскопическим материалам – они не должны быть вредны для человека.

Совместимость дефектоскопических материалов в наборах или сочетаниях обязательна. Составы набора не должны ухудшать эксплуатационные качества материала контролируемого объекта.

Подготовка объектов к контролю включает очистку контролируемой поверхности и полостей дефектов от всевозможных загрязнений, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических материалов, оставшихся от предыдущего контроля, а также сушку контролируемой поверхности и полостей дефектов.

Температура контролируемого объекта и индикаторного пенетранта должна быть в пределах, указанных в технической документации на данный дефектоскопический материал и объект контроля.

При цветном и ахроматическом методах капиллярной дефектоскопии с визуальным способом выявления дефектов следует применять комбинированное освещение (к общему освещению добавляют местное). Применять одно общее освещение допускается в случаях, когда по условиям технологии использовать местное освещение невозможно. На стационарных рабочих местах применять только местное освещение не допускается.

Основными этапами проведения капиллярного неразрушающего контроля являются:

- подготовка объекта к контролю;
- обработка объекта дефектоскопическими материалами;

проявление дефектов; обнаружение дефектов и расшифровка результатов контроля;
окончательная очистка объекта [21].

3.7 Разработка технологической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, 44 обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии [22].

Процесс сборки и сварки секции переходной начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплекточной карте.

После этого на приспособление устанавливают днище поз. 5, на лист поз. 5 устанавливают боковину поз. 2. Здесь же устанавливают днище поз. 4 и поз. 3 совместно с люками поз. 6 и поз. 7. Далее устанавливают днище поз. 1. После производится установка направляющая поз. 17, направляющая поз. 8 (2 шт.) по месту, направляющая поз. 9 (2 шт.) фиксируемых болтами, поз. 18 (4 шт.), поз. 19 (2 шт.). Затем устанавливают пластик поз. 13 (4 шт.). В процессе установки детали прихватываются и далее производится сварка. Потом производится слесарная обработка и контроль.

Подробно последовательность изготовления секции переходной приведена в приложении В

3.8 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{шт}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [23]:

$$T_{шт} = (T_{н.шт-к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_{п}, \quad (3.17)$$

где $T_{н.шт-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин.;

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм;

$T_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле [23]:

$$T_{н.ш-к} = (T_0 + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.18)$$

где T_0 – основное время сварки, мин;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, мин;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [23].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле [23]:

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot a_n} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot a_n} \cdot n, \quad (3.19)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²;

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени в операции 015 приварки направляющей поз. 10 к боковине поз. 1.

Исходные данные:

- марки сталей: 30ХГСА;
- марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О;
- сварной шов тавровый без разделки;
- шов по ГОСТ 14771-76 – Т1 15;
- длина шва - 2460 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва с катетом 15 мм, $F = 15$ мм²;

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде $Ar + CO_2$ составляет $\alpha_H = 15 \text{ г/(А·ч)}$ [23].

Из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока $I=180\text{-}200 \text{ А}$.

Определяем основное время сварки по формуле (3.19):

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{180 \cdot 15} + \frac{41,6 \cdot 7,85 \cdot 60}{200 \cdot 15} \cdot 4 = 39,9 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (3.18), с учётом того, что $t_{\text{вн}}$ составляет 0,75 мин.

$$T_{\text{н.шт-к}} = (39,9 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{17}{100}\right) = 47,56 \text{ мин.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.17) с учётом того, что $t_{\text{вн}} = 17,1$ мин. то:

$$T_{\text{ш}} = 23,7 \cdot 2,46 + 17,1 = 134 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления секции переходной

№ опер.	Наименование операции	$T_{\text{шт}}$, мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборка	19,5
015	Сварочная	1805,38
020	Слесарная	28,4
025	Контроль	18,2
030	Перемещение	9,4
035	Сборка	18,5

продолжение таблицы 3.8

040	Сварочная	153,8
045	Слесарная	22,2
050	Контроль	12,5
Итого:		2087,88

3.9 Материальное нормирование

Для примера определим норму расхода сварочной проволоки и защитного газа согласно операции 015 технологического процесса сборки и сварки секции переходной.

Исходные данные:

шов №1 ГОСТ 14771-76-T1Δ 15;

длина шва – 2460 мм;

марки сталей: 30ХГСА;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F=15 \text{ мм}^2$;

Норма расхода сварочной проволоки на изготовление сварной конструкции определяется формуле [24]:

$$H_{\text{э}} = G_{\text{э}} \cdot L_{\text{ш}}; \quad (3.20)$$

$$H_{\text{э}} = 1,24 \cdot 2,46 = 3,05 \text{ кг}$$

Удельную норму расхода $G_{\text{э}}$ (кг/м) в общем виде рассчитывают по формуле [24]:

$$G_{\text{э}} = k_p \cdot m_{\text{ш}}; \quad (3.21)$$

$$G_{\text{э}} = 1,05 \cdot 1,18 = 1,22 \text{ кг / м}$$

где k_p - коэффициент расхода, учитывающий неизбежные потери сварочной проволоки на разбрызгивание;

$m_{\text{ш}}$ - расчетная масса наплавленного металла, кг/м.

Массу наплавленного металла $m_{ш}$ (кг/м) рассчитывают по формуле [24]

$$m_{ш} = \rho \cdot F_n \quad (3.22)$$

$$m_{ш} = 7850 \cdot 0,00015 = 1,18 \text{ кг / м}$$

где ρ - удельная плотность наплавленного металла, кг/м³, $\rho = 7810$ кг/м³;

F_n - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва.

Норма расхода защитного газа на изготовление сварной конструкции определяется по формуле [24]:

$$H_r = Q_r \cdot L_{ш} + Q_{пз}; \quad (3.23)$$

$$H_r = 3,81 \cdot 2460 + 0,01 = 9,38 \text{ л}$$

где Q_r — удельная норма расхода газа на 1 м шва, л;

$L_{ш}$ - длина шва, м;

$Q_{пз}$ - дополнительный расход газа на подготовительно-заключительные операции: настройку режимов сварки, продувку газовых коммуникаций перед началом сварки;

защиту сварочной ванны от окисления после окончания сварки (заварку кратера). Удельная норма расхода газа Q_r (л) определяется по формуле [24]:

$$Q_r = q_r \cdot t_o; \quad (3.24)$$

$$Q_r = 0,213 \cdot 17,9 = 3,81 \text{ л}$$

Расход смеси газов ($Ar + CO_2$) определяется по следующей формуле [24]:

$$q_r = 3,3 \cdot 10^{-3} I_c^{0,75} \quad (3.25)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 180^{0,75} = 0,163 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 9,76 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

t_o - основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин. Для расчета величина t_o может быть взята из нормативов времени на сварку в среде защитных газов.

Основное время при сварке плавящимся электродом можно определить по формуле [24]:

$$t_o = \frac{(m_{ш} \cdot 60 \cdot 10^3)}{(a_n \cdot I_{св})} \quad (3.26)$$

$$t_o = \frac{1,18 \cdot 60 \cdot 10^3}{15 \cdot 180} = 18 \text{ мин},$$

α_n - коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде $Ar + CO_2$ составляет $\alpha_n = 15 \text{ г/(А·ч)}$ [23].

где $m_{ш}$ — масса наплавленного металла шва данного типоразмера, кг/м;

$I_{св}$ - сила сварочного тока берем из ранее рассчитанных режимов, А.

Дополнительный расход смеси газа $Q_{пз}$ (л) определяется по формуле [24]:

$$Q_{пз} = q_r \cdot t_{пз}; \quad (3.27)$$

$$Q_{пз} = 0,213 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ л.}$$

где q_r - оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин;

$t_{пз}$ - время на подготовительно-заключительные операции, мин. при сварке плавящимся электродом $t_{пз} \approx 0,05$ мин.

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Важной и наиболее эффективной областью в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования.

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно-сварочное (см. ФЮРА.000001.091.00.000 СБ) совместно с кантователем.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление свариваемого изделия в сборочно-сварочное приспособление осуществляется винтовыми прижимами, которые входят в состав приспособления ФЮРА.000001.091.00.000 СБ,

Прижимы используются для закрепления деталей и придания неподвижного состояния.

В приспособлении ФЮРА.000001.091.00.000 СБ используются винтовые прижимы с резьбой М24.

Определяем усилие, развиваемое винтовым прижимом по формуле[25]:

$$P = \frac{Q \cdot l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot D} \quad (4.1)$$

где Q – усилие, прикладываемое на рукоятке винта, обычно равное 10...15 Н;

l – радиус рукоятки, мм;

r_{cp} – средний радиус резьбы, мм;

α – угол наклона резьбы, 60° ;

ρ – приведенный угол трения в резьбе;

μ – коэффициент трения скольжения на торце винта, 0,1;

D – диаметр контактного кольца между винтом и пятой, 10 мм.

Для метрической резьбы $\beta = 30^\circ$, тогда $\rho = 6^\circ 40'$.

$$P = \frac{15 \cdot 150}{11,675 \cdot \operatorname{tg}(60^\circ + 6^\circ 40') + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 10} = 101,4 \text{ Н.}$$

4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.091.00.000 СБ предназначено для сборки и сварки секции переходной. Приспособление состоит из двух вставок, стола, двух упоров, двух кронштейнов, и четырех прижимов. Для установки на приспособление днища поз. 5 используем винтовые прижимы № 12 и вставку № 1. Далее на поз. 5 устанавливаем деталь поз. 2 по упорам приспособления. Далее поз. 4 и поз. 3 обеспечиваются приспособлением, выдержать люки поз. 6 и поз. 7 по месту согласно чертежу. После устанавливаем поз. 1 и прижимаем винтовыми прижимами. Далее производят прихватку и сварку.

5. Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса требует разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения.

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода.

Вспомогательные отделения. Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой.

Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

Административно-конторские и бытовые помещения. Контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [26].

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [27].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое количество оборудования n_p определяется по формуле [27]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч. [27];

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N=400$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-025: (из таблицы 3.8)

$$T_r = 400 \cdot \frac{19,5 + 1805,38 + 28,4 + 18,2}{60} = 12476 \text{ ч},$$

Φ_n – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа[28], найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени [27]:

$$\Phi_d = \Phi_n - 5\%$$

$$\Phi_d = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч}$$

$$n_p = \frac{12844}{3754} = 3,3$$

округляем n_p и принимаем $n_p^{\wedge} = 4$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования [27]:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p^{\wedge}} = \frac{3,3}{4} = 0,82\%. \quad (5.3)$$

– для операций 035-050: (из таблицы 3.8)

$$T_r = 400 \cdot \frac{18,5 + 153,8 + 22,2 + 12,5}{60} = 1380 \text{ ч},$$

$$n_p = \frac{1380}{3754} = 0,36$$

округляем n_p и принимаем $n_p^{\wedge} = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования [27]:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p^{\wedge}} = \frac{0,36}{1} = 0,36\%.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч [27].

$$\sum T_r = 13856 \text{ ч}.$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часа [28], найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени [27]:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\%,$$

$$\Phi_D = 1976 - 12\% = 1735 \text{ ч},$$

Определим количество рабочих явочных [27]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} \quad (5.4)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{13856}{1976} = 7,01$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 7$. В первую смену работает 5 человека, во вторую смену работает 2 человека.

Определим количество рабочих списочных [27]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_D}, \quad (5.5)$$

$$P_{\text{сп}} = \frac{13856}{1735} = 7,9.$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 8$.

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 2 [27];

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1 [27];

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1 [27];

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1 [27];

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1 [27].

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Сборочно-сварочный цех секции переходной КСКр.381.34.004 состоит из: места складирования деталей, приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.091.00.000 СБ, крана-балки 5 т, полуавтомата *MIG* - 3500 (*J93*) Сварог, рельса, склада готовых изделий, крана-мостового 10 т.

5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [27].

Для проектируемого участка сборки и сварки секции переходной принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления секции переходной ФЮРА.КСКр.381.34.004.091.00.000 СБ.

Изделие секция переходная с крестовой разгрузкой ФЮРА.КСКр.381.34.004.091.00.000 СБ входит в состав конвейера скребкового КСЮ381 «Юрга-850» предназначенного для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Конвейер скребковый КСЮ381 «Юрга-850» является

конкурентоспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих горно-шахтное оборудование

В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.091.00.000 СБ.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *MIG-3500 (J93)* Сварог.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.8.

Определение приведенных затрат производят по формуле [29]:

$$З_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб [29];

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [29]:

$$K = K_o + K_{\text{п}} + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

$K_{\text{п}}$ – стоимость приспособлений;

$K_{\text{п.о.}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{\text{зд}}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [29]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1)

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [30]

Наименование оборудования	Ц _о , руб.
<i>MIG-3500 (J93) Сварог</i> 5 шт.	109526

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице

6.2

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб/год
<i>MIG-3500 (J93) Сварог</i> 5 шт.	376769,44

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [29]:

$$K_{пр} = \sum_{j=1}^m K_{прj} \cdot П_j \cdot \mu_{пj}, \quad (6.4)$$

где $K_{прj}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

$П_j$ – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{пj}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [31]

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Кантователь	135500	4	417340

продолжение таблицы 6.3

Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.091.00.000 СБ	98650	4	303842
Плита сварочная	85500	1	30780
Итого:			751962

6.2.3 Капитальные вложение в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 5$ т. определяют по формуле [29]:

$$K_{п.о.} = Ц_{п.о.} \cdot n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

где $Ц_{п.о.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб. [32];

$n_{п.о.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{п.о.} = 172150 \cdot 1 = 172150 \text{ руб.}$$

6.2.4 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [29]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot K_f \cdot h \cdot Ц_{зд}, \text{руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{O_i} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 148,17 \text{ м}^2$,
(см.ФЮРА.000002.091 ЛП)

K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен [29];

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [29];

$Ц_{зд}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2021 составляет, $Ц_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$ [33]

$$K_{зд}=148,17 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94 = 167135,76 \text{ руб.}$$

6.2.5 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат [34]:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле [29]:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{зп.ед.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.7)$$

где $C_{\text{м}}$ – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{с.м.}}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб

6.2.6 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [34]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m - H_o \cdot C_o \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_m – средняя оптовая цена стали 35Л, 45Л, 110Г13Л, 30ХГСЛ, 30ХГСА, 14ХГ2САФД, на 01.01.2021, руб./кг [35]:

- для стали 35Л $C_m=32$ руб./кг, при $m_m=111,9 \cdot 1,3=145,47$ кг.;
- для стали 45Л $C_m=35$ руб./кг, при $m_m=339 \cdot 1,3=440,7$ кг.;
- для стали 110Г13Л $C_m=54$ руб./кг, при $m_m=1952,3 \cdot 1,3=2537,99$ кг.;
- для стали 30ХГСЛ $C_m=42,84$ руб./кг, при $m_m=216 \cdot 1,3=280,8$ кг.;
- для стали 30ХГСА $C_m=49$ руб./кг, при $m_m=154,8 \cdot 1,3=201,24$ кг.;
- для стали 14ХГ2САФД $C_m=40,63$ руб./кг, при $m_m=2788 \cdot 1,3=3624,4$ кг.;

$K_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=0,3$ [34].

H_o – норма возвратных отходов,

$$H_o = m_m \cdot 0,3 = 111,9 \cdot 0,3 + 339 \cdot 0,3 + 1952,3 \cdot 0,3 + 216 \cdot 0,3 + 154,8 \cdot 0,3 + 2788 \cdot 0,3 = 1668,6 \text{ кг/шт};$$

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 20$ руб./кг [34].

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3

$$C_m = 1,04 \cdot (145,47 \cdot 32 + 440,7 \cdot 35 + 2537,99 \cdot 54 + 280,8 \cdot 42,84 + 201,24 \cdot 49 + 3624,4 \cdot 40,63) - 1668,6 \cdot 20 = 305959,8 \text{ руб./изд.}$$

6.2.7 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [34]:

$$C_{\text{п.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{\text{нд}} \cdot \psi_p \cdot \Pi_{\text{п.с.}}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг:

$G_d = 102,154$ кг – для проволоки Св-08Г2СО-О для разработанного технологического процесса (масса взята из технологического процесса);

$k_{\text{нд}}$ – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода), $k_{\text{р-п.с.}} = 1,03$ [34];

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$ [34];

$\Pi_{\text{п.с.}} = 69,34$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2СО-О, руб/кг на 01.01.2021 [36].

$$C_{\text{п.с.}} = (102,154 \cdot 69,34) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 8025,45 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [34]:

$$C_{\text{з.г.}} = g_{\text{з.г.}} \cdot \Pi_{\text{з.г.}} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $g_{\text{з.г.}}$ – расход смеси, $g_{\text{з.г.}} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{\text{з.г.}}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{\text{з.г.}} = 62,42 \text{ руб./м}^3$ [36];

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 32,65$ (из таблицы 3.8)

$$C_{\text{з.г.}} = 1,02 \cdot 62,42 \cdot 32,65 = 2078,77 \text{ руб./изд.}$$

6.2.8 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [34]:

$$C_z = t_k \cdot \text{ЧТС} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{д.з.}} \cdot K_c, \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС – 74,85 руб. [37];

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4 [34];

$K_{д.з.}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2 [34];

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3 [34].

$$C_3 = 32,65 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 4578,86 \text{ руб./изд.}$$

6.2.9 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [34]:

$$C_{з.п.всп.р.} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot \chi_{врj} \cdot \frac{F_d}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_c, \quad (6.12)$$

где TC – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2021, руб. [37]:

- для слесарей TC – 61,58 руб. [37];
- для контролеров ОТК TC – 156 руб. [37];
- для МОП TC – 56,76 руб. [37];

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$\chi_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d = 1976$ ч [28];

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d=1,2$ [34];

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,4$ [34];

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$ [34];

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая, $K_c=1,3$ [34].

Затраты на заработную плату слесарей [34]:

$$C_{\text{з.п.слесарей}} = 61,58 \cdot 2 \cdot \frac{1972}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 57451,75 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК [34]:

$$C_{\text{з.п.отк.}} = 87 \cdot 1 \cdot \frac{1972}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 40583,8 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на заработную плату МОП [34]:

$$C_{\text{з.п.моп.}} = 56,76 \cdot 1 \cdot \frac{1972}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 26477,44 \text{ руб./изд.}$$

$$C_{\text{з.п.вс.р}} = C_{\text{з.п.слесарей}} + C_{\text{з.п.отк.}} + C_{\text{з.п.моп.}} \quad (6.13)$$

$$C_{\text{з.п.вс.р}} = 57451,75 + 40583,8 + 26477,44 = 124512,99 \text{ руб.}$$

6.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле [34]:

$$C_{\text{з.п.ауп}} = C_{\text{зуп}} \cdot \chi_{\text{ауп}} \cdot 12 \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (6.14)$$

где $C_{\text{зуп}}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{\text{зуп}} = 28865$ руб. [37];

$\chi_{\text{ауп}}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $\chi_{\text{ауп}} = 2$ чел.

$$C_{\text{з.п.ауп}} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 2360261,03 \text{ руб./год.}$$

6.2.11 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [18]:

$$C_{\text{э.с.}} = W_{\text{тэ}} \cdot \Pi_{\text{э}}, \quad (6.15)$$

где $C_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $C_э = 2,51$ руб [38].

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [18]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (6.16)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока: $\eta = 0,91$ [19];

P_x – мощность холостого хода источника: $P_x = 0,4$ Вт [19]

$\frac{T_o}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [18]).

$$C_{э.с.} = 124,38 \cdot 2,51 = 312,19 \text{ руб.}$$

6.2.12 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Амортизационные отчисления затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [34]:

$$C_{об} = \frac{K_o \cdot n_o}{T_o \cdot N_r} + \frac{K_{п.} \cdot n_o}{T_{п.} \cdot N_r} + \frac{K_{п.о.} \cdot n_{п.о.}}{T_{п.о.} \cdot N_r}, \quad (6.18)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 5$ лет [34];

$K_{\text{п}}$ – стоимость приспособлений;

$T_{\text{п}}$ – срок службы приспособлений, $T_{\text{п}} = 5$ лет [34];

$K_{\text{п.о.}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{\text{п.о.}}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{\text{п.о.}} = 20$ лет [34]

$$C_{\text{об}} = \frac{109526 \cdot 4}{5 \cdot 400} + \frac{234150 \cdot 4}{5 \cdot 400} + \frac{85500 \cdot 1}{5 \cdot 400} + \frac{172150 \cdot 1}{20 \cdot 400} = 751,612 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание принимаются в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [34]:

$$C_{\text{рио}} = \frac{(K_{\text{о}} \cdot n_{\text{о}} + K_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}} + K_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}} + K_{\text{п.о.}} \cdot n_{\text{п.о.}}) \cdot k_{\text{рио}}}{N_{\text{г}}}, \quad (6.19)$$

где $k_{\text{рио}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования [34].

$$C_{\text{рио}} = \frac{(109526 \cdot 4 + 234150 \cdot 4 + 85000 \cdot 1 + 172150 \cdot 1) \cdot 0,329}{400} = 1342,6 \text{ руб.}$$

6.2.13 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [34]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot k_{\text{сп}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд}}, \quad (6.20)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 148,17 \text{ м}^2$ (см. ФЮРА.000002.091 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 1$ [34].

$\Pi_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м}$ [33].

$$C_{\pi} = \frac{148,17 \cdot 1 \cdot 250}{400} = 92,6 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	305959
2	Затраты на сварочную проволоку	8025,45
3	Затраты на защитный газ	2078,77
4	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	4578,86
5	Заработная плата вспомогательных рабочих	124512,99
6	Заработная плата административно-управленческого персонала	2360261,03
7	Затраты на электроэнергию	312,19
8	Амортизационные отчисления	751,612
9	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	1342,6
10	Затраты на содержание помещения	92,6
ИТОГО технологическая себестоимость:		2807915,1

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции по формуле (6.7):

$$C = 400 \cdot (305959 + 8025,45 + 2078,77 + 4578,86 + 312,19 + 751,612 + 1342,6 + 92,6) + 124512,99 \cdot 12 + 2360261,03 = 133110850 \text{ руб./изд.год,}$$

Определим капитальные вложения по формуле (6.2):

$$K = 376769,44 + 751952 + 172150 + 167135,76 = 1468007,2 \text{ руб./изд.год,}$$

Определим количество приведенных затрат по формуле (6.1):

$$З_{\pi} = 133110850 + 0,15 \cdot 1468007,2 = 133331051 \text{ руб./изд.год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	400
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	32,65
3	Количество оборудования, шт.	5
4	Количество производственных рабочих, чел	7
5	Количество вспомогательных рабочих	2
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	7241
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	133331051
9	Себестоимость одного изделия, руб	2807915,1

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 1468007,2 руб;
- себестоимость продукции 2807915,1 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка секции переходной КСКр.381.34.004 При изготовлении секции переходной осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении секции переходной на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *MIG-3500 (J93)* Сварог 5 шт.
- приспособление сборочно-сварочное
ФЮРА.000001.091.00.000 СБ 4 шт.
- кантователь 4 шт.
- плита сварочная 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие – секция переходная конвейера скребкового с крестовой разгрузкой. Она предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Секция переходная конвейера скребкового устанавливается между рамой с головным приводом и конвейером забойным скребковым КСЮ.381. Масса секции переходной составляет 5570 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 35Л, 45Л, 110Г13Л, 35ХГСЛ, 30ХГСА и 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси газов Ar (82 %) + CO₂ (18 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а

также двенадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 148,17 \text{ м}^2$.

7.2 Законодательные и нормативные документы

В данной работе использованы:

- ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;
- ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;

- ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»; 82
- СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».
- ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также СО₂ до 0,5 ÷ 0,6 процентов; СО до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [39, 40].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью—более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию — пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [41].

На участке сборки и сварки изготовления секции переходной применим общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [42]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.1)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,6 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле [42]:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.2)$$

Расход воздуха ($\text{м}^3 / \text{ч}$), подтекающего к зонту с конвективным потоком, определяем по формуле [42]:

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H}, \quad (7.3)$$

где Q – количество конвективного тепла, выделенного с поверхности источника, Вт,

F – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений, м^2

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{10,4 \cdot 2,72^2 \cdot 2,47} = 9,39 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

Найдем размеры вытяжного зонта [42]:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (7.4)$$

$$B=b+0,8 \cdot H=1,68+0,8 \cdot 2,47=3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

Определим количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт [42]:

$$L_b = \frac{L_k \cdot F_z}{F} = \frac{9,39 \cdot 3,6 \cdot 3,66}{1 \cdot 2,47} = 45,4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (7.6)$$

Определим количество воздуха для всех зонтов.

$$L_o = 45,4 \cdot 3 = 136,2 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 136,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ4-75-10К1Ж с двигателем АИР132М6 7,5/685 [43].

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- MIG-3500 (J93) Сварог;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА [44]

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [44].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания с резиновыми амортизаторами для агрегатов с эластичной муфтой к вентиляторам, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения с обшивкой двумя слоями гипсоволокнистых листов с каждой стороны.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [30].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой [45].

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 12 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5- 6 кал/см² мин [45].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке [45]

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы [45].

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения [45].

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – 95 вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопrotивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 мм [45].

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м² .;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация секции переходной на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъёмных средств и стропов [45].

7.5 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных

примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха -30°C до 45°C;
- относительная влажность 80% при 15°C.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2. 04. 02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке.

На проектируемом участке сборки и сварки секции переходной предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [45].

7.6 Чрезвычайные ситуации

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;
- б) пожары, взрывы;
- в) внезапное обрушение зданий и сооружений;
- г) аварии на коммунальных системах снабжения.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций

природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность - это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением;
- б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением;
- в) кран внутреннего пожарного водопровода;
- г) огнетушитель углекислотный ОУ-8.

Для предотвращения обрушения зданий и сооружений создана специальная комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением [45].

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем обще обменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19 °С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22 °С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В выпускной квалификационной работе была разработана технология и спроектирован участок сборки – сварки секции переходной КСКр.381.34.004.

Произведено проектирование сборочно – сварочного приспособления ФЮРА.000001.091.00.000 СБ.

В ходе выполнения работы был обоснован выбор оборудования, способ сварки, и сварочных материалов, также были рассчитаны технологические режимы и нормы времени технологического процесса.

Рассчитано количество оборудования на каждой операции, исходя из этого определены коэффициенты загрузки оборудования. Составлен технологический процесс изготовления секции переходной КСКр.381.34.004.

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет капитальных вложений в оборудование и приспособление, был выполнен расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, на силовую электроэнергию, была рассчитана заработная плата работников предприятия с их социальными доходами.

При данной годовой программе выпуска (400 шт.) изделия секции переходной и разработанном производственном процессе, себестоимость изделия составляет 133110850 руб./изд. год.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда, при выполнении раздела социальная ответственность была рассчитана и спроектирована общеобменная вентиляция.

Библиография

1. Потапьевский А. Г., Сараев Ю. Н., Чинахов Д. А. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом // Техника и технология будущего. Томск: Томский политехнический университет, 2012. 208 с.
2. Сараев Ю. Н. Управление переносом электродного металла при сварке в CO₂ с короткими замыканиями дугового промежутка // Автоматическая сварка. 1988. № 12. С. 16—23.
3. Лебедев В. А., Максимов С. Ю., Жерносеков А. М., Сараев Ю. Н. / Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство - №5 – 2014 – С. 10-16
4. Проценко П. П., Привалов Н. Т. Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах. Автоматическая сварка 1999 №12 С. 29 – 33.
5. Федько В. Т. Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ», - 1993. – 98 с.
6. Шолохов М.А., Бузорина Д.С. – Расчет параметров режима наплавки пристеночного валика при многопроходной сварке в защитных газах. // Автоматическая сварка – №7 – 2013 – С. 63-64
7. Требования НД, предъявляемые к конвейеры шахтные скребковые согласно ГОСТ Р 55152-2012 - [Электронный ресурс] - <https://docs.cntd.ru/document/1200103246>
8. Требования к подготовке кромок ГОСТ 14771 - [Электронный ресурс] - <https://docs.cntd.ru/document/1200004932>
9. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций СП 53-101-98 - [Электронный ресурс] - <https://docs.cntd.ru/document/1200003338>
10. Требование к оформлению документации - [Электронный ресурс]–

<https://docs.cntd.ru/document/1200001260>

11. Марочник стали и сплавов [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.splav-kharkov.com/quest_form.php

12. Сталь 14ХГ2САФД – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://resursmsk.ru/14hg2safd>

13. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200084975>

14. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005429>

15. ESAB [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.esab.ru/ru/ru/product/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm>

16. Гривняк И. Свариваемость сталей; Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; Под. ред.Э.Л. Макарова.–М.; Машиностроение, 1984.–216с.,ил.

17. Свариваемость металлов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/manual-arc-welding/251-kons6>

18. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с

19. Сварочный полуавтомат MIG-3500 (J93) Сварог [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluvavtoma-ticheskaya-svarka/poluvavtomaty-vstroennyj-mpp/mig-3500-j93-svarog/>

20. Инструкция по визуальному и измерительному контролю - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.normload.ru/SNiP/Data1/39/39956/index.htm>

21. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004648>

22. Крампит Н.Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. – 2002. – 26 с

23. Ахумов А.В. Справочник нормировщика – Л: Машиностроение, 1987. – 458 с.
24. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docplayer.ru/58929928-Normirovaniesvarochnyh-materialov-dlya-dugovoy-svarki.html>
25. Хайдарова А.А. Практикум по конструированию сварочных приспособлений. Учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 63 с.
26. Петкау Э. П. Организация производства и менеджмент в машиностроении: учебное пособие / Э.П. Петкау. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 205 с.
27. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
28. Номинальный фонд рабочего времени - [Электронный ресурс] –Режим доступа:<https://www.pro-personal.ru/article/1099294-20-m9-norma-rabochego-vremeni-na-2021-god>
29. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24
30. Сварочный полуавтомат MIG - 3500 (J93) Сварог - [Электронный ресурс] – Режим доступа:<https://hammer-mag.ru/goods/13959676?yclid=2961926099994978778>
31. Сборочно-сварочные приспособления - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://kantovatel.kran-dt.ru>
32. Подъемно транспортное оборудование - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://telfer.ru/g16893361-kran-balki-elektricheskie>
33. Стоимость зданий - [Электронный ресурс] – режим доступа: http://vashproect.ru/index/stoimost_stroitelstva/0-115
34. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические

указания к выполнению ВКР для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32 с.

35. Стоимость металлопроката - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://metalgo.biz>

36. Сварочные материалы - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.welding-russia.ru/>

37. Тарифная ставка - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.pro-personal.ru/article/1099257-20-m8-tarifnaya-stavka>

38. Тариф на электроэнергию - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://energoseti.ru/rate/yurga>

39. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)».

40. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

41. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

42. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов «Расчеты комфорта и безопасности». – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

43. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.esbk.ru/products_info/vent/401_vent_rnd/401_vent_rnd.html

44. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

45. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.